

CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA USO NÃO POTÁVEL: ESTUDO DE CASO NO LAVA JATO PIT STOP, VILA VELHA, ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Leonardo Zanetti Gama¹
Victor Farina Barbosa¹
Joãozito Cabral Amorim Júnior²

RESUMO

Devido ao aumento da escassez, a água está se tornando um recurso cada vez mais valioso. Tal situação está atribuída ao uso desordenado, o desperdício e o crescimento da demanda. No entanto, neste contexto, estudos apontam que a água pode ser reaproveitada e reutilizada em vários sistemas, como alternativa à pressão sobre as fontes ainda existentes. A possibilidade de captação da água da chuva diminui a demanda das companhias de saneamento, resultando também, na redução dos riscos de enchentes. Assim a publicação apresenta os resultados de um estudo de caso em um lava-jato, na cidade de Vila Velha afim de apontar a viabilidade na implantação de um sistema capaz captar e armazenar a água da chuva. Os procedimentos metodológicos neste caso levaram em conta as dimensões da empresa, a capacidade de captação da água, cálculos e equações para apontar o volume de chuvas, e proposição de instalação de sistema de reaproveitamento da água para fins não potáveis, como para a lavagem de veículos. Os resultados preliminares apontaram que a implantação deste sistema pode trazer redução nas despesas de água, e que seu uso não oferece riscos ao usuário, além de sua instalação não necessitar de mudanças construtivas significativas nas edificações. Contudo, deve ser feita uma análise minuciosa em cada caso para saber a viabilidade da vida útil do sistema.

Palavras-chave: Captação, água da chuva, uso não-potável.

ABSTRACT

Due to increasing scarcity, water has become an increasingly valuable resource. Such a situation is attributed to disorderly use, waste and demand growth. However, in this context, studies point out that water can be reused and reused in several systems, as an alternative to the pressure on the still existing sources. The possibility of collecting rainwater reduces the demand of sanitation companies, also resulting in the reduction of flood risks. Thus, the publication presents the results of a case study in a jet-set in the city of Vila Velha in order to point out the feasibility in the implantation of a system capable of capturing rainwater storage. The methodological procedures in this case took into account the size of the company, the capacity of water abstraction, calculations and equations to indicate the volume of rainfall, and proposing the installation of a system of reuse of water for non-potable purposes, such as for the washing of vehicles. The preliminary results indicated that the implementation of this system can reduce water expenses, and that its use does not offer risks to the user, besides its installation does not require significant constructive changes in the buildings. However, a thorough analysis should be made in each case to determine the feasibility of the system life.

Keywords: Rainwater harvesting, non-potable use.

¹ Acadêmicos de Engenharia Civil da Faculdade Capixaba da Serra- Multivix

² Docente da Faculdade Multivix-Serra, Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

1 INTRODUÇÃO

A falta de água é um dos graves problemas mundiais que pode afetar a sobrevivência dos seres humanos. O uso desordenado, o desperdício e o crescimento da demanda são fatores que contribuem para intensificar a escassez de água potável no planeta, sendo assim e necessário pensar novos mecanismos para o aproveitamento da água (DOS AUTORES, 2017).

A água é um fator fundamental na manutenção da vida de todos os indivíduos, para o desenvolvimento econômico e tecnológico mundial. Não é por acaso que, a ideia de que água é um recurso inesgotável, justifica a utilização irracional desse recurso em diversas regiões, que pode afetar o consumo para as atuais e futuras gerações (NASCIMENTO *et al.*, 2016).

Com a maior bacia hídrica do mundo localizada no Brasil, os principais problemas de escassez hídrica, decorrem principalmente da combinação do crescimento exagerado das demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas. Esse quadro decorre do aumento e da concentração populacional, do modelo de crescimento industrial concentrado, do processo de industrialização, da exclusão social e expansão agrícola, apurados a partir dos anos de 1950 (SILVA, 2007).

A região do país que apresenta a maior parte da disponibilidade de água doce é a Norte, enquanto as regiões Sudeste e Nordeste apresentam uma quantidade menor dessas reservas, seguindo uma ordem inversamente proporcional ao número de habitantes dos respectivos lugares em questão (PENA, 2017).

A principal atitude que a população tem que ter, é a da importância de economia de água, isso se dará com incentivo do governo proporcionando campanhas educativas por meios de comunicação, práticas escolares, novos métodos de captação de água, levando a mudanças de hábitos da população para o uso racional da água (CARVALHO, 2007).

Um dos métodos mais usados é o sistema de aproveitamento da água de chuva sendo constituído, de forma geral, por uma área de captação, direcionada para um reservatório através de calhas e tubos condutores e posteriormente dirigida para um

sistema de distribuição. Identifica-se que, para alcançar o reservatório, é necessário um sistema de limpeza para a remoção de impurezas (OLIVEIRA, 2008).

Através da captação nos telhados e calhas são criados sistemas para armazenar e separar a água para o uso correto, com sustentabilidade para o imóvel e de forma autônoma. Essa água captada será utilizada para o uso em descarga, lavagem de áreas comuns, molhagens de plantas, processos industriais, lavagem de veículos entre outros (COSCARRELLI, 2010).

Destaca-se que o aproveitamento de água de chuva em vários países para consumo não potável é utilizado há muitos anos. Esse sistema vem crescendo com passar dos anos, dando ênfase à conservação da água. Além de economizar e proporcionar água potável de qualidade, contribui para a prevenção de enchentes causadas por chuvas torrenciais em grandes cidades, onde a superfície tornou-se impermeável, impedindo a infiltração da água (TOMAZ, 2010).

Já no Brasil, o aproveitamento da água da chuva começou com a construção de cisternas, em regiões como o Nordeste. Nesse contexto, programas surgiram visando a melhoria da qualidade de vida da população dessa região. Pode-se citar o desenvolvimento do Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semiárido (CPATSA) no ano de 1975, para a coleta da água da chuva e de construção de cisternas para armazenamento de água para consumo. Em 2012 o Programa Água Para Todos desenvolvido em 2012 (REIS; SILVA, 2014).

Deve-se considerar a quantidade de chuva que é disponível, sendo fator determinante do potencial de captação. Identificar o índice anual de chuva na região em que será instalado o sistema é um fator primordial (MUNEROLI et al., 2016).

Pode-se considerar que existem diversos benefícios do uso de sistema de aproveitamento de água da chuva, possibilitando reduzir o consumo de água e os custos de água gerada pelas companhias de abastecimento; diminuir os riscos de enchentes e inserir a questão da sustentabilidade através da redução da escassez de recursos hídricos (WEIERBACHER, 2008).

A pesquisa tem como objetivo identificar a importância da captação da água da chuva para uso não potável como forma de economia e sustentabilidade para pequenas empresas como as do ramo de lava jato. Também tem como objetivos demonstrar o funcionamento de um sistema de captação de água da chuva, além de analisar os diversos benefícios da captação de água da chuva para o uso não potável e verificar a economia gerada com a implantação do sistema para empresas de lava jato do município de Vila Velha.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PANORAMA HIDROGRÁFICO BRASILEIRO

De acordo com Tomaz (2001), o território nacional tem aproximadamente uma disponibilidade hídrica de em 35.732 m³/hab/ano. Tão logo, o Brasil, com toda propriedade é um dos países com uma das maiores reservas de água potável do planeta. Em números e comparativos com os demais estados, o Brasil conta com 12% da quantidade total de água doce no mundo².

Entre as nações sulamericanas, o Brasil, sozinho, possui uma vazão média de água de 177.900 km³/ano, o que corresponde a 53% da vazão média total da América do Sul. As bacias hidrográficas brasileiras mais importantes são do Rio Amazonas, do Tocantins, Araguaia, do São Francisco, do Atlântico Norte Nordeste, do Uruguai, do Atlântico Leste, do Atlântico Sul e Sudeste, dos Rios Paraná e Paraguai (ANEEL, 2016).

No entanto, embora os números apresentem um volume de água gigantesco. Em função de desmatamento no entorno dos mananciais e nascentes, poluição dos rios, desperdício, mudanças climáticas e crescimento desordenado das áreas metropolitanas, a água no Brasil é um recurso natural que nem sempre é disponibilizado nas quantidades ideais aos seus cidadãos (OS AUTORES, 2017).

² Além das dificuldades enfrentadas pela irregularidade climática, a água está distribuída de forma muito desigual no Planeta. Segundo a ONU, mais de 1 bilhão de pessoas, 18% da população mundial, não tem acesso à quantidade mínima aceitável de água segura para o consumo humano (SUASSUNA, 2012).

Diante desta realidade:

É importante definir um manejo de riscos e incertezas dos recursos hídricos. Historicamente os planejadores tomavam suas decisões baseados nas características do ciclo hídrico e da hidráulica, as quais podiam ser descritas por dados estatísticos estáveis. Entretanto, atualmente, há a necessidade de se lidar com probabilidades futuras, incluindo condições extremas que ainda não foram observadas e que, por esse motivo, estão fora dos parâmetros de variabilidade do passado. Isto acontece devido às mudanças no crescimento populacional, alteração dos padrões de consumo da água, do desenvolvimento socioeconômico e às variações de temperatura (UNESCO, 2012, p.44).

Por fim, cabe ressaltar que além da grande disponibilidade de águas superficiais, o território brasileiro tem grandes reservas de águas subterrâneas. É um dos países mais ricos em abastecimento superficial com vazões médias geradas em torno de 180.000m³/s, sendo que a disponibilidade hídrica, que se caracteriza por vazões com 95% de permanência, é da ordem de 91.000m³/s (ANEEL, 2016).

2.2 POTENCIAL HÍDRICO DO ESPÍRITO SANTO

O estado do Espírito Santo conta com 14 bacias hidrográficas: Rio Itaúnas, São Mateus, São José, Rio Doce, Santa Maria do Rio Doce, Costeira do litoral centro-norte, Santa Maria da Vitória, Guandu, Jucu, Litoral centro-sul, Benevente, Rio Novo, Itapemirim e Itabapuana. Juntas elas atendem, de acordo com IBGE (2016), 3.973.697 milhões de habitantes em 78 municípios do ES (AGERH, 2015).

O estado capixaba conta com legislação específica para gerenciar, monitorar e preservar todos seus recursos hídricos. Política Estadual de Recursos Hídricos e Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Assim o governo dispõe da:

- Lei nº 10.179, de 18 de março de 2014, dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento e Monitoramento dos Recursos Hídricos, do Estado do Espírito Santo (SIGERH/ES).

- Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Criado pela Lei nº 5.818, de 29 de dezembro de 1998, e regulamentado pelo Decreto nº 1.737, de 3 de outubro de 2006.
- Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FUNDÁGUA). Criado pela Lei nº 8.960, de 21 de julho de 2008, e regulamentado pelo Decreto nº 2167-R, de 9 de dezembro de 2008 (AGERH, 2015).

Nos últimos anos, em virtude do desmatamento e do crescimento não-planejado das cidades, bem como de fortes e longos períodos de estiagem, o Espírito Santo tem vivido momentos de racionamentos e inclusive decretação de Estado de Calamidade em algumas cidades (OS AUTORES, 2017).

2.3 CONSUMO DE ÁGUA NO BRASIL

“No Brasil, dos 2.178 m³/s que representavam a demanda total de água do país em 2003, 56% da água eram utilizados na agricultura (irrigação), 21% para fins urbanos, 12% para a indústria, 6% no consumo rural e 6% para a dessedentação de animais” (ANA, 2017, p.29).

A ONU (2017), por meio de estudo divulgado, diz que O índice de consumo per capita diário, expresso em litros por habitante por dia (L/hab.dia), deva ser de, no mínimo, diário 40 litros de água potável por pessoa. Contudo, como já dito anteriormente, no país e no mundo está quantidade mínima diária não está acessível para milhões de pessoas.

2.3.1 Uso comercial e industrial

O consumo de água potável pelas atividades econômicas e industriais é um dos grandes responsáveis pela pressão sobre os recursos hídricos. A água nestas atividades atende várias finalidades como: consumo humano, matéria-prima, fluido auxiliar e de aquecimento ou resfriamento, geração de energia, entre outras finalidades (ANA, 2017).

2.4 EXPERIÊNCIAS DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

Nos últimos anos, novas tecnologias para o gerenciamento de água de chuva estão surgindo no país e o mundo. As longas estiagens, o desperdício e o assoreamento das nascentes, conjugados a serviços de abastecimento públicos ineficientes, são fatores que têm despertado diversos setores da sociedade para a necessidade da conservação da água da chuva (TOMAZ, 2008).

Em muitos países, o armazenamento da água da chuva inicialmente objetivou a sua retenção na parcela, para controle de cheias e inundações, ou para mitigar a falta de um abastecimento regular de água; e posteriormente seu uso foi sendo estendido para os mais diversos fins (AZEVEDO NETO, 1991, p.67).

Em decorrência disto, o reaproveitamento das águas pluvias tem se tornado realidade em muitas localidades, sejam elas urbanas ou interioranas. Por se tratar de fonte alternativa de água, para fins potáveis ou não potáveis, Pode-se inserir atualmente o aproveitamento da água da chuva nos sistemas de gestão integrada de águas urbanas (AZEVEDO, 1991).

No entanto, cabe ressaltar que o uso da água da chuva, por depender de condições locais e visando seu aproveitamento no próprio local de captação, se insere no conceito de sistemas de saneamentos descentralizados, nos quais sua gestão é compartilhada com o usuário (ANA, 2017).

2.4.1 Padrões mínimos de qualidade da água não-potável para o uso industrial

Para o uso da água da chuva para a lavagem de carros no lava-jato é necessário que sejam atendidos determinados padrões de qualidade. Tomaz (2008, p.134) diz que, antes do consumo, deve-se levar em conta que:

Para utilização industrial, na maioria dos processos, o pH é um parâmetro que domina a grande parte das reações. Necessita-se, neste caso, de análises da água para determinar seu uso e tratamento com o objetivo de atender à qualidade requerida. É importante destacar o uso da água da chuva como matéria-prima nos processos das indústrias em geral (FURB, 2007).

Para garantir uma boa qualidade da água pluvial é necessário que sejam consideradas quatro etapas fundamentais. Que de acordo com Tomaz (2001, p. 134) são:

Primeira etapa é a qualidade da chuva antes de atingir o solo; na segunda etapa é a qualidade da chuva depois de se precipitar sobre o telhado ou área impermeabilizada e correr pelo telhado; a terceira etapa é quando a água de chuva fica armazenada em um reservatório e tem a sua qualidade alterada e depositam-se elementos sólidos no fundo do mesmo e a água está pronta para utilização; na quarta etapa a água chega ao ponto de consumo, como por exemplo, a descarga na bacia sanitária.

Outros aspectos que comprometem a qualidade da água captada são o estado de conservação e limpeza das superfícies, a poluição atmosférica, presença de animais, qualidade dos reservatórios e ainda o estado dos canos e dutos de captação. De um modo geral, a literatura aponta que para o uso industrial, em tarefas como lavagens, não há sérias restrições quanto ao uso da água de chuva (OS AUTORES, 2017).

3 METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente trabalho será desenvolvido junto a uma pequena empresa no ramo de lava jato da Grande Vitória, no período de julho de 2016 a abril de 2017. A região de abrangência da empresa é o município de Vila Velha, Regional I.

A empresa apresentou demanda de captação da água de chuva para uso não potável, objeto do estudo. A região de abrangência da empresa é no município de Vila Velha, Bairro Praia da Costa, Região 1, conforme Figura 1.

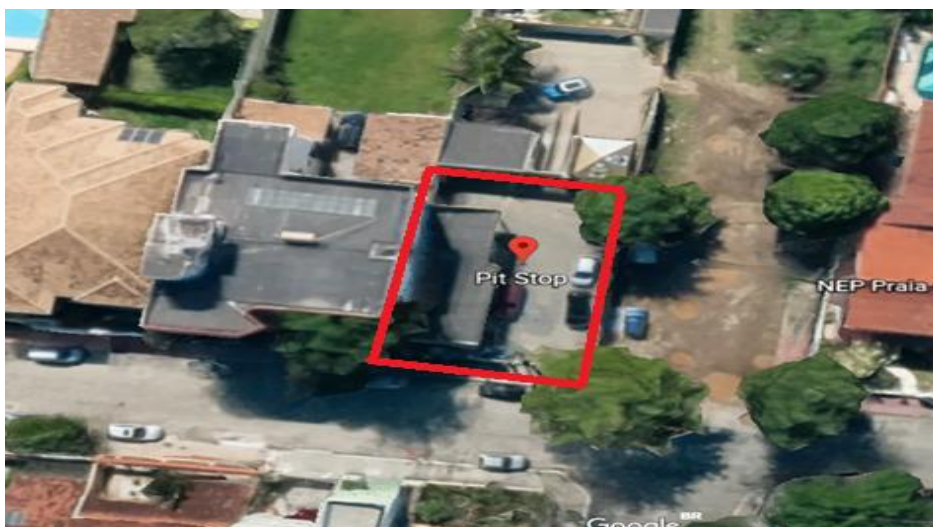


Figura 1 – Demonstrativo da área onde se localiza o Lava Jato Pit Stop (Praia da Costa – Vila Velha/ES) **Fonte:** Google Earth Pro

3.1.1 Clima do local

No município de Vila Velha a temperatura média anual de 24,7 °C, 1117 mm e a pluviosidade média anual com invernos secos e amenos e verões chuvosos com temperaturas elevadas, conforme obtida através da Quadro 1.

Variáveis Climáticas	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Temperatura média (°C)	22.7	23.1	23.9	24.8	25.9	25.2	27.5	27.3	26	24.5
Temperatura mínima (°C)	18.9	19.4	20.4	21.4	22.3	21.5	23.5	23.4	22.4	20.8
Temperatura máxima (°C)	26.6	26.8	27.4	28.3	29.6	28.9	31.6	31.3	29.7	28.3
Chuva (mm)	66	53	69	108	159	181	120	67	93	83

Quadro 1 – Climática do Município de Vila Velha
Fonte: REIS E SILVA, 2014.

O mês mais quente, fevereiro, tem temperatura média de 27,3 °C, sendo a média máxima de 31,3°C e mínima de 23,4°C. E o mês mais frio, julho, de 22,7°C, sendo 26,6°C e 18,9°C as médias máxima e mínima, respectivamente. Outono e primavera são estações de transição.

São raros os episódios de frio extremo, sendo que a temperatura mínima registrada na cidade foi de 6°C. Os ventos são constantes o ano todo, porém ocasionalmente o deslocamento de frentes frias provoca episódios de ventos mais fortes, com rajadas atingindo velocidades superiores a 70 km/h.

3.2 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS HIDROLÓGICOS

Conforme dados da ABNT NBR 13969:1997, especificado na classe 1, para lavagem de carros, temática de nosso estudo, que requer o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes: turbidez inferior a cinco, coliforme fecal inferior a 200 NMP/100 mL; sólidos dissolvidos totais inferior a 200 mg/L; pH entre 6,0 e 8,0; cloro residual entre 0,5 mg/L e 1,5 mg/L.

Os índices pluviométricos são definidos por dados do INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural), conforme Gráfico 1. Contendo uma unidade medidora a menos de 9,8 km (quilômetros) da área estudada.

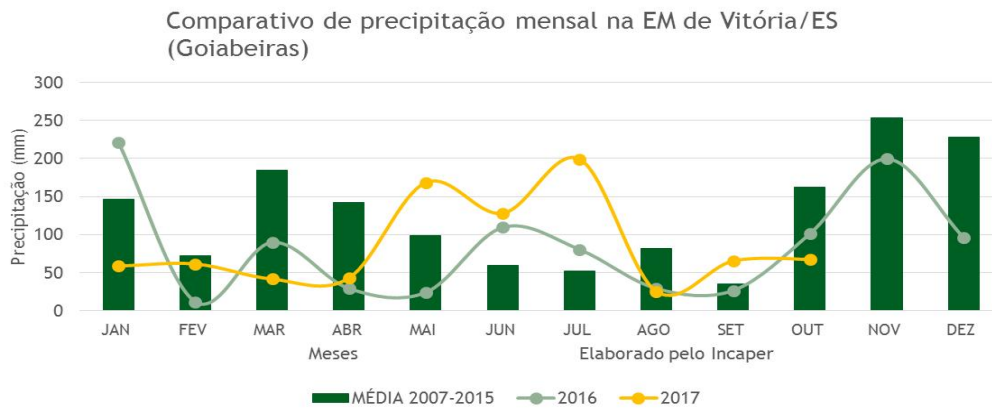


Gráfico 1 - : Precipitação média mensal da capital Vitória entre 2007 à 2014. (INCAPER, 2017).
Fonte: INCAPER(2017)

O dimensionamento usou como base as equações contidas na ABNT NBR 10.844:1989 e na ABNT NBR 15.527:2007, fato que possibilitou a obtenção das áreas do telhado para captação da chuva, do volume de água captada e do dimensionamento do reservatório. O sistema de captação foi dimensionado considerando a área total do telhado de 102,5 m².

3.3 ENSAIOS E PROCEDIMENTOS REALIZADOS

3.3.1 área de captação da chuva

A área do telhado é a superfície de entrada do sistema de captação de água pluvial, sendo essa direcionada, devido à inclinação, para as calhas, que circundam o telhado. A área de captação é calculada no telhado pela equação, obtida através da Equação 1, a relação da área de contribuição do telhado para o sistema.

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) \times b \quad (1)$$

Onde A = Área de contribuição (m²); a = Largura do telhado (m); h = Inclinação (m); b = Comprimento (m).

3.3.2 volume de água captada

Para tal projeto um fator importante a ser considerado é a área de contribuição para a captação da água, através desta área conseguimos descobrir o volume de água captada, que se esta de acordo com a precipitação média anual e área de contribuição do telhado. O cálculo do volume de água de chuva aproveitável do escoamento será pelo método de Gasparoto (2012) e obtém-se através da Equação 2, a relação volumétrica de água.

$$V = A \times P \times 1000 \quad (2)$$

Onde V = Volume (l); A = Área de captação (m²); P = Precipitação (m)

3.3.3 dimensionamento do reservatório

O método Azevedo Neto, também chamado de Método prático brasileiro, o qual conforme ABNT (2007), consegue ser constante e com variabilidade em função da precipitação, requisito importante em um sistema de captação de água pluvial. Desse modo adotou-se o método supracitado para encontrar o volume de água captada com base na ABNT NBR 15.527:2007, onde obtém-se através da Equação 3, a relação volumétrica de água para dimensionar o reservatório.

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (3)$$

Onde V - volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório, (L); P - precipitação pluviométrica anual média, (mm/ano = litros/m² por ano); A - área de captação, (m²); T - número de meses de pouca chuva ou seca, (adimensional).

3.3.4 programa Plúvio versão 2.1

Para dimensionar os índices de chuva na região foi utilizado o programa de computador Plúvio 2.1 - Programa para cálculo de chuvas intensas obtido através da Figura 2. Este programa permite determinar os parâmetros de chuvas intensas para um grande número de localidades brasileiras.

Este software possibilita a obtenção da equação de chuvas intensas para qualquer localidade como o Espírito Santo, cabe ao usuário fornece a latitude e a longitude da localidade de interesse. O programa permite a obtenção dos parâmetros K, a, b, c da equação de intensidade-duração-frequência da precipitação.

As expressões do programa PLÚVIO 2.1 seguem o modelo apresentado na Equação 4:

$$i_m = \frac{kT^a}{(t + b)^c} \quad (4)$$

Em que: i - intensidade média da precipitação intensa, mm/h; t - duração da precipitação, min; T - período de retorno, anos; e k, a, b, c – constantes de ajuste locais, foi utilizado o programa Plúvio que foi instalado através do site: <http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>.

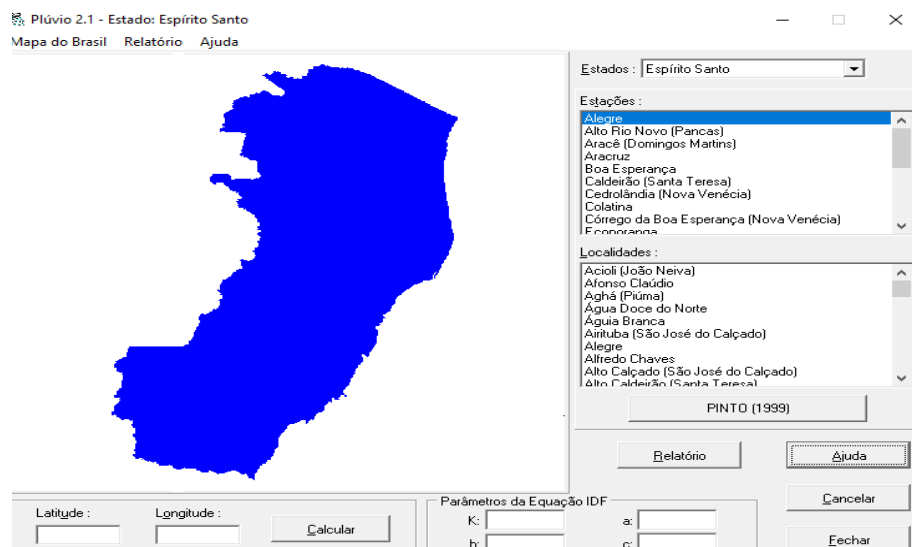


Figura 2 - Tela do Programa Plúvio 2.1. Software screen of Pluvio 2.1 program
Fonte: PLUVIO 2.1, 2017.

3.3.5 Equações de chuvas intensas

O método de Gasparoto (2012) considera a previsão de chuva de um determinado mês em uma determinada cidade, em que a quantidade de chuva é medida com

relação ao metro quadrado, onde pode ser necessária uma revisão do trabalho de transformação de unidades de medida.

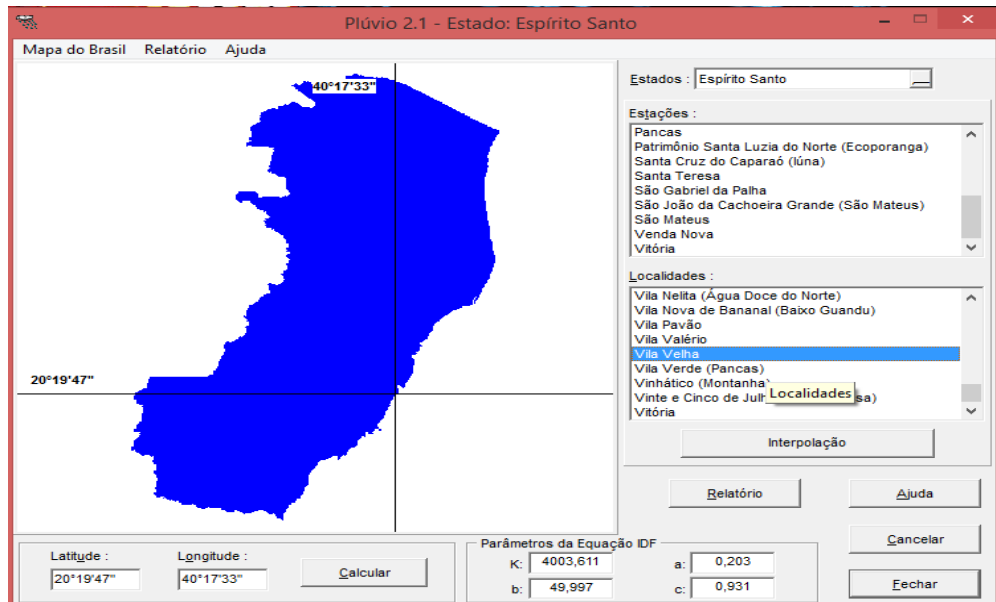


Figura 3 - Tela do Programa Plúvio 2.1, Software screen of Plúvio 2.1 program – Resultados dos parâmetros da Equação de Vila Velha – ES.
Fonte: Software PLÚVIO 2.1, 2017.

Conforme Figura 3, o referencial utilizado foi da estação pluviométrica de Ponta da Fruta, latitude $-20^{\circ}19'47,16$ e longitude $-40^{\circ}17'33,96$, com série histórica de 42 anos, de 1970 a 2011, com um total de 3797 eventos diários de precipitação, sendo que nos primeiros 19 anos da série ocorreram 2143 dias chuvosos, enquanto que nos 19 anos seguintes choveu em 1654 dias. Quanto à frequência de intervalos de classes de precipitação, os registros entre 0,1 e 5,0 mm são os mais observados na série (SILVA et al., 2017).

3.3.6 Obtenção do volume de água captada e dimensionamento do reservatório

Quanto a capacidade de captação do telhado durante o ano é calculada após a coleta dos índices pluviométricos, das medidas de todas as áreas de contribuição que poderão ser utilizadas, então pelo método de Gasparoto (2012).

De acordo com os cálculos a capacidade de volume de água captada no ano, obtendo-se o volume de escoamento anual de água da chuva que é de 114.500L/ano captado pelo telhado do lava jato, conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Coeficientes para o cálculo de Volume da Água Captada.

Coeficientes para Volume da Água Captada			
Volume de Captação	Área de Captação A (m ²)	Precipitação Média Anual P (mm)	Volume de Escoamento Captado V (M ³)
A1	102,5	1117	114,5

Fonte: dos autores

Será considerado como o mês de pouca chuva ou seca, o mês de agosto, onde o índice pluviométrico apresentou-se menor que a média entre os outros meses do ano, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Coeficientes para o cálculo de Dimensionamento de Reservatório.

Coeficientes para Dimensionamento de Reservatório				
Volume de de Água Aproveitável do Reservatório	Precipitação Média Anual P (mm)	Área de Captação A (m ²)	Número de Meses de Pouca Chuva ou Seca T (Meses)	Volume de Dimensionamento do Reservatório V (L)
A1	1117	102,5	1	4.808,68

Fonte: dos autores

3.3.7 Cálculo da obtenção da água da chuva armazenada para o uso

Deve-se considerar no sistema uma perda por evaporação de 10% da água que vai ser armazenada. O cálculo da obtenção da água da chuva armazenada para o uso permitido (m³). Para se obter o volume de água da chuva, é redimensionado a área do reservatório pela área do telhado do Lava Jato (102,5m²), conforme Quadro 2.

Meses	Média Adotada (m)	Área do Telhado (m ²)	Volume Água de Chuva (m ³) – 10%	Volume Comercial (m ³)
Julho	0,066	102,5	6,09	13
Agosto	0,053	102,5	4,89	10
Setembro	0,069	102,5	6,37	12
Outubro	0,108	102,5	9,97	15
Novembro	0,159	102,5	14,67	18
Dezembro	0,181	102,5	17	22
Janeiro	0,120	102,5	11,07	17

Continuação Quadro 2				
Meses	Média Adotada (m)	Área do Telhado (m ²)	Volume Água de Chuva (m ³) – 10%	Volume Comercial (m ³)
Fevereiro	0,067	102,5	6,18	13
Março	0,093	102,5	8,58	11
Abril	0,083	102,5	7,65	14

Quadro 2 - Cálculo da obtenção da água da chuva armazenada para o uso
Fonte: VASCONCELOS; FERREIRA, p.17, 2011.

Para a obtenção das variáveis, o “volume” (m³), consumido pelo lava jato. A outra variável será o “volume água da chuva” (m³) em estudo. Para a variável “volume água da chuva” serão usados os dados empíricos, que são as médias mensais de água precipitada do ano 2007 até 2015, coletados nos dados do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2017), no período de chuva, que compreende os meses de julho (de um ano) até abril (do outro ano) e assim sucessivamente.

Essa água do sistema é captada através de calhas no telhado e é direcionada para o reservatório. Ao multiplicar a média adotada (m) pela área do telhado (m²) obtém o volume de água para o uso no lava jato, onde é considerada a perda na evaporação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo de caso foi idealizado para implantar um sistema de captação e armazenamento de água das chuvas com a finalidade de reduzir o consumo de água para fins não potáveis, como a utilização em lava jato, no município de Vila Velha.

Nesse sistema de captação e armazenamento de água das chuvas, foram abordados à área de captação da chuva, volume de água captada, dimensionamento do reservatório, com base nos dados do programa Plúvio 2.1 – Programa para cálculo de chuvas intensas dados com equações de chuvas intensas, clima do local, temperatura do local, intensidade máxima pontual, precipitação intensas, intensidade de duração e frequência e funcionamento.

A captação em estudo se dará pela simples coleta por meio de calhas no telhado da área onde a água será direcionada para um reservatório. O sistema é focado na utilização do uso não potável.

3.1 INTENSIDADE DE DURAÇÃO E FREQUÊNCIA

Através do programa Plúvio 2.1, foi obtido os seguintes resultados da cidade Vila Velha - ES, tendo os coeficientes como parâmetros específicos, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – Coeficientes das equações utilizadas pelo Programa PLÚVIO 2.1, para parâmetros no Município de Vila Velha.

Coeficientes para o cálculo de Obtenção de Equações de Chuvas Intensas					
Localidade	K	B	A	c	intensidade média da precipitação intensa (mm/h)
Vila Velha	4003,611	49,997	0,203	0,931	108,06

Fonte: dos autores

O período de retorno, foi posto como 10 anos e a duração de precipitação no intervalo de 30 minutos/hora.

3.2 DADOS DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL

Os dados coletados no segundo semestre do ano de 2016 e do primeiro semestre de 2017, que corresponde a quantidade de chuvas precipitadas na cidade no período de um ano, foram obtidos junto do site do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) – Vitória/ES, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Dados pluviométricos do município de Vitória, ES.

Meses	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
Chuva (mm)	66	53	69	108	159	181	120	67	93	83

Fonte: INCAPER, 2017

Os dados apontam que a precipitação média anual é de 1.117 mm, sendo agosto o mês mais seco, quando ocorrem apenas 53 mm. O período chuvoso, no geral, se estende de outubro até abril, com a ocorrência de excedentes hídricos praticamente

em todos os meses do período chuvoso e, no município de Vila Velha, as precipitações são consideravelmente mais elevadas.

Em dezembro, o mês mais chuvoso, a média fica em 203,3 mm. Nos últimos anos, entretanto, os dias quentes e secos durante o inverno têm sido cada vez mais frequentes, não raro ultrapassando a marca dos 30 °C, especialmente entre julho e setembro. Em janeiro de 2010, por exemplo, a precipitação de chuva em Vila Velha não passou de 1,9 mm, o período mais seco é o mês de Agosto e tem 53 mm de precipitação, conforme Gráfico 2.

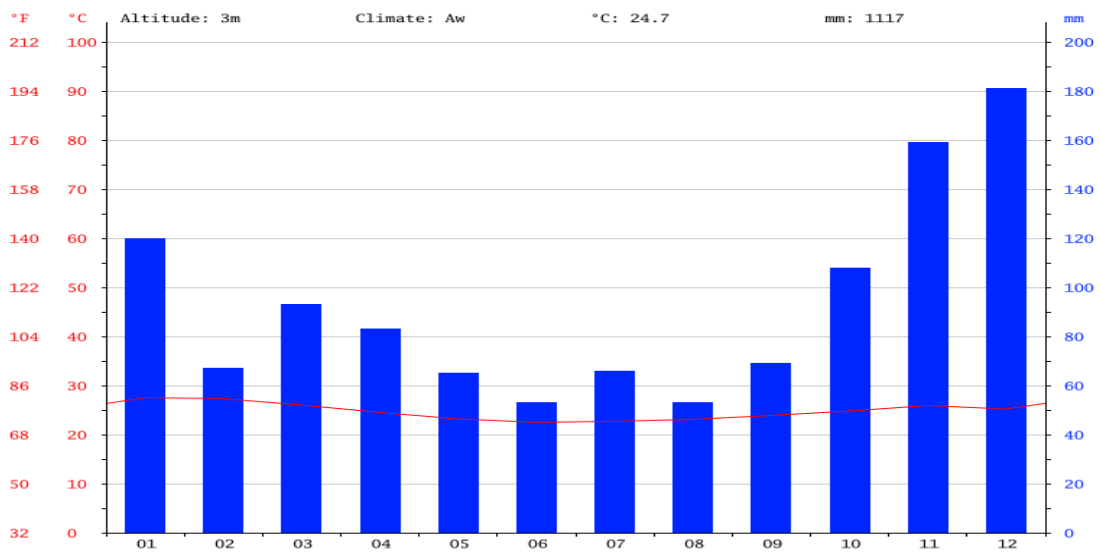


Gráfico 2 – Variação climática de acordo com a precipitação

Fonte: REIS E SILVA, 2014.

3.3 ÁREA DE CAPTAÇÃO DA CHUVA NO LAVA JATO

Quanto ao tamanho da área de captação, após visita no local de estudo foram obtidas através de medição direta, medindo a inclinação, largura e comprimento, Tabela 3, munidos desses dados foi então o cálculo da área de contribuição, usando a equação indicada na ABNT NBR 10.884:1989, e com os levantamentos obtivemos então a área total de captação que é de 102,5m², conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Coeficientes para o cálculo da Área de Captação.

Coeficientes para Área de Captação da Chuva							
Área de Captação	Inclinação (m)	h	Largura (m)	a	Comprimento (m)	b	Área de Contribuição (m ²)
A1	0,25		5		20		102,5
Área Total							102,5

Fonte: dos autores

3.4 PORCENTAGEM DE APROVEITAMENTO

Demonstra o percentual de aproveitamento do volume que é captado comparado ao volume consumido. Identifica-se que o percentual de aproveitamento superou, excluindo os meses de julho, agosto e fevereiro em 50% o volume consumido pelo Lava Jato, conforme Quadro 3.

Meses	Volume Água de Chuva (m ³) - 10%	Volume Comercial (m ³)	Percentual de Aproveitamento (%)
Julho	6,09	13	46,85
Agosto	4,89	10	48,90
Setembro	6,37	12	53,08
Outubro	9,97	15	66,47
Novembro	14,67	18	81,50
Dezembro	17	22	77,27
Janeiro	11,07	17	69,19
Fevereiro	6,18	13	47,54
Março	8,58	11	78,00
Abril	7,65	14	54,64

Quadro 3 - Percentagem de aproveitamento do volume captado
Fonte: VASCONCELOS; FERREIRA, p.18, 2011.

Conforme Rebouças (1999) até 60% o volume de água tratada é utilizado para usos não potáveis, ou seja, para usos que não há necessidade de água potável, o percentual de aproveitamento do sistema supre os valores do lava jato.

Analisando 60% do volume pelo volume captado, destacam-se os valores são supridos nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro e março, conforme o Quadro 4.

Meses	Volume Comercial (m ³)	Volume Uso Não Potável (m ³) - 60%	Volume Água de Chuva (m ³) - 10%
Julho	13	7,8	6,09
Agosto	10	6	4,89
Setembro	12	7,2	6,37
Outubro	15	9	9,97
Novembro	18	10,8	14,67
Dezembro	22	13,2	17
Janeiro	17	10,2	11,07

Continuação Quadro 4			
Meses	Volume Comercial (m ³)	Volume Uso Não Potável (m ³) - 60%	Volume Água de Chuva (m ³) - 10%
Fevereiro	13	7,8	6,18
Março	11	6,6	8,58
Abril	14	8,4	7,65
TOTAL	145	87	92,47

Quadro 4: Porcentagem do volume (60%, utilizado para usos não potáveis) pelo volume captado das chuvas. **Fonte:** VASCONCELOS; FERREIRA, p.18, 2011.

3.5 COMPARATIVO ENTRE AS VARIÁVEIS: VOLUME ÁGUA DA CHUVA E USO

Demonstrativo da comparação entre o percentual do volume usado pelo volume captado das chuvas, conforme Figura 3.

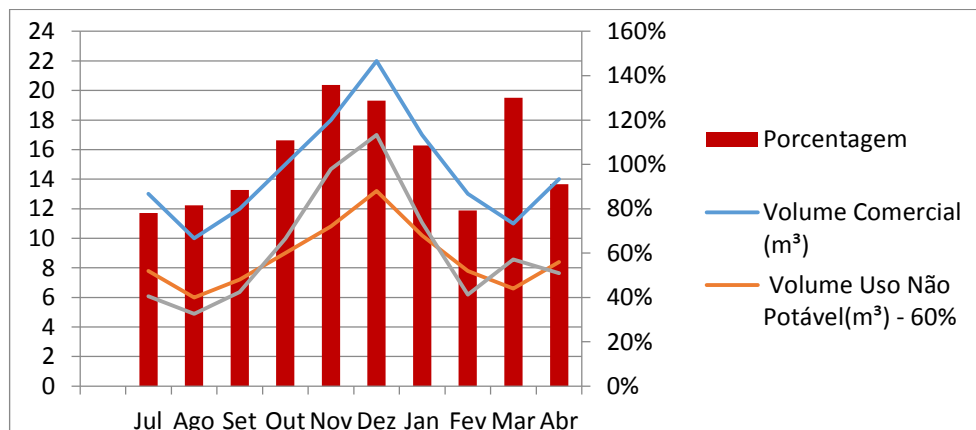


Gráfico 3 - Comparativo entre as variáveis: volume água da chuva e uso
Fonte: VASCONCELOS; FERREIRA, p.19, 2011.

Destaca-se que a metade dos meses estudados, haverá a possibilidade do aproveitamento da água da chuva para os fins não potáveis, como é caso da pesquisa para lava jato.

3.6 PROPOSTA DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO

Após dos cálculos estimativos do volume de chuva, dimensões de área passíveis de captação de água, percentual de aproveitamento da água, o estudo propõe a instalação de um sistema que capte a água pelas calhas do telhado e a direcione, por meio de canos, para os reservatórios.

Para essa pesquisa de implantação de um sistema de captação e armazenamento de água das chuvas para lava jato foi escolhido o sistema Optima da WISY. Esse sistema trabalha com duas bombas de pressão: uma que é instalada no tanque de armazenamento como uma bomba submersível, disposta com uma bóia de nível, além de outra bomba centrífuga que é instalada no corpo desse sistema (AQUASTOCK, 2011).

O sistema Optima (AQUASTOCK, 2011) conta com: Bomba centrífuga multiestágio com interruptor automático, com opções de saída: pressão de sistema de 4 bars ou de 5 bars; Bomba submersível com filtro de sucção flutuante fino e bóia de nível; Indicador de nível para cisternas com linha de medição de 13 m; Manômetro para indicar a pressão da tubulação; Reservatório de alimentação de 9 litros; Extravasor DN 70 de emergência; Carcaça integrada; 03 mangueiras flexíveis para conectar a Optima à tubulação da casa, conforme Figura 4.

Neste caso, os filtros de descida do sistema de captação e armazenamento de água das chuvas serão instalados diretamente na tubulação de descida do telhado da lava jato. Com sua função original de filtragem, separarão a água de chuva de impurezas, tais como folhas, galhos, insetos e musgo. Filtrarão áreas de telhado de até 150 m², captam cerca de 90% da água, filtram partículas de até 0,28 mm, qualidade superior, com fabricação em aço inox ou cobre.

O sistema apresenta um funcionamento absolutamente seguro; via de regra, não há nenhuma obstrução na seção da tubulação; é de fácil instalação com encaixe telescópico; não exige mão de obra especializada e pode ser instalado em construções existentes e exige uma manutenção simples. O sistema proposto pode ser conectado a qualquer reservatório, pois possui diversos acessórios de montagem, disponíveis nos diâmetros 75 mm, 80 mm e 100 mm, conforme Figura 4.

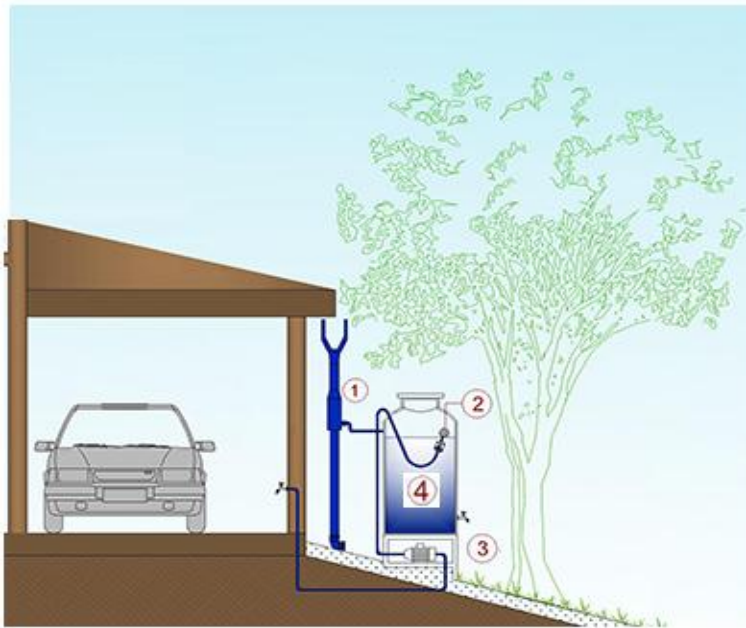


Figura 4 - Esquema de captação e armazenamento de água de chuva
Fonte: VASCONCELOS; FERREIRA, p.14, 2011.

EQUIPAMENTOS:

1. Filtro de Descida
2. Boia de Nível
3. Bomba d'água
4. Reservatório

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme levantamento feito, destaca-se a necessidade de projetos que visem a sustentabilidade. Essa pesquisa estuda um sistema de captação e armazenamento de água das chuvas com a finalidade de reduzir o consumo de água para fins não potáveis, para a utilização em lava jatos, no município de Vila Velha.

Nos meses da pesquisa o volume de água das chuvas supera os usos não potáveis para a empresa de lava jato, o volume captado para fins não potáveis é de aproximadamente 92,47m³, que será utilizado para lavagem de veículos. Com este sistema de utilização da água da chuva pode-se reduzir custos com água potável em cerca de 63,77%, baseado no conceito de Rebouças (1999).

O reservatório aqui calculado não é para um armazenamento excessivo de água, e sim para contribuir na redução do consumo da água da concessionária do município, sendo assim a qualidade sanitária da água no reservatório não será comprometida devida a intensa rotatividade do fluxo de consumo, e não interferindo no ciclo de água da bacia. Sendo perfeitamente possível e viável sua implementação no estabelecimento estudado.

Projetos de redução de água devem ser criados em todas as instâncias. Deve-se incentivar a utilização de um sistema de captação de água da chuva como a descrita no trabalho, tanto para a utilização em empresa como em residências. Medidas como essa melhora o sistema de drenagem das cidades e reduz o uso de água potável, diminuindo o custo com o tratamento de água, colaborando para a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ABCMAC. **Associação Brasileira de Captação e Manejo de Água de Chuva.** Disponível em: <<http://www.abcmac.org.br> > Acesso em: 20 out. 2017.

AGERH – Agência estadual de Recursos Hídricos. **Relatório 2015.** Governo do Espírito Santo. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/relatorio-sintese-2>. Acesso em 11 de dezembro de 2017.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Informações Hidrológicas.** Disponível em <<http://www.ana.gov.br/>>: Acesso em: 25 de novembro de 2017.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Relatório anual.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 07 de dezembro de 2017.

AQUASTOCK. **Tecnologia para o reaproveitamento de água de chuva.** Disponível em: <http://www.supergreen.com.br/downloads/agua_de_chuva.pdf> Acesso em: 20 out. 2017.

AZEVEDO NETO, J. M.. **Aproveitamento de Águas de chuva para Abastecimento.** BIO Ano III, nº 2; Rio de Janeiro, 1991.

COSCARELLI, A. P. F. **Aproveitamento da água de chuva para fins não potáveis em uma atividade industrial:** estudo de caso de uma edificação a ser construída, Rio de Janeiro, RJ. Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), 2010.

ECO-SISTEMA. **Manejo Sustentável da água.** Disponível em: <http://ieham.org/html/docs/Manejo_sustentavel_agua_chuva.pdf> Acesso em: 20 out. 2017.

GIL, Antônio Carlos. **Técnicas de pesquisa em economia e elaboração de monografias.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

Google Earth Pro, <<https://earth.google.com/web/@-20.3331263,40.28592841,14.25379682a,121.52579719d,35y,0.00000001h,1.23366808t,-0r/data=CkkaRxJBCiMweGI4MTY0ODVmYzhiZGE3OjB4NjJhOWE4YmM3YzJiZTJk>>

ORIXdyy2SVU0wCHmcijomyREwCoIUGI0IFN0b3AYASAB>. Acesso em: 12/11/2017 às 16:31.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados do censo 2015**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 de dezembro de 2017.

INCAPER (**Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural**), Disponível em: <<https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-vitoria> > Acesso em: 17 out. 2017.

LIMA, Ricardo Paganelli de et al. **Aproveitamento de água pluvial: análise do custo de implantação do sistema em edificações**. Monografia apresentada ao Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, 2008.

MAY, S. **Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações**. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

MONTOIA, P. **Água, o ouro azul do nosso século**. In: Moderna – Livros Didáticos, Disponível em: <http://www.moderna.com.br/moderna/didaticos/projeto/2006/1/cisternas/>, 2006.

MUNEROLI, Jessica Citron et al. aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em edificação multifamiliar na cidade de Carazinho (RS). **XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**. Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil. João Pessoa/PB, Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016.

NASCIMENTO, Thays Valente do. Potencial de aproveitamento de água de chuva na Universidade Federal do Pará – Belém/PA. **REMOA v. 15**, n.1, jan-abr. 2016, p.105-116. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria e- ISSN 2236 1308 - DOI:10.5902/22361308.

OLIVEIRA, Frederico Moyle Baeta de. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no Campus da Universidade Federal de Ouro Preto**. Ouro Preto, Minas Gerais. [manuscrito] - 2008. xv, 97f. : il., color; graf.; tabs.; mapas.

ONU. Organização das Nações Unidas. Disponível em: <http://www.onu-brasil.org.br>. Acessado em 05 de dezembro de 2017.

REBOUÇAS, A.C. **Águas Doce no Mundo e no Brasil**. In: Águas Doces Do Brasil. Aldo da Cunha Rebouças [et al.] (Org). Escrituras Editora, 1999.

REIS E SILVA, Daniel Freitas **Aproveitamento da Água de Chuva Através de Um Sistema de Coleta com Cobertura Verde: Avaliação da Qualidade da Água Drenada e Potencial de Economia de Água Potável**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2014. X, 100 p.: Il.; 29,7 cm.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva**. São Paulo: Navegar. 2008.

TOMAZ, Plínio. **Economia de água para empresas e residências**. São Paulo: Navegar, 2001.

TUGOZ, Jamila El et al. **Captação e aproveitamento da água das chuvas: o caminho para uma escola sustentável**. Anais do IV SINGEP – São Paulo – SP – Brasil – 08, 09 e 10/11/2015.

VASCONCELOS, Leonardo Ferreira de; FERREIRA, Osmar Mendes. **Captação de água de chuva para uso domiciliar**: estudo de caso. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/CAPTA%C3%87%C3%83O%20DE%20%C3%81GUA%20DE%20CHUVA%20PARA%20USO%20DOMICILIAR.pdf>> Acesso em: 20 out. 2017.

VERGARA Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

XAVIER, Fred. **Hidrosfera**. Belo Horizonte, 2006.